

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-280806

(43)Date of publication of application : 27.09.2002

(51)Int.Cl.

H01P 1/203

H01P 1/208

H01P 7/08

(21)Application number : 2001-265724

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 03.09.2001

(72)Inventor : KAMINAMI SEIJI

MIZOGUCHI NAOKI

OKAMURA NAOTAKE

(30)Priority

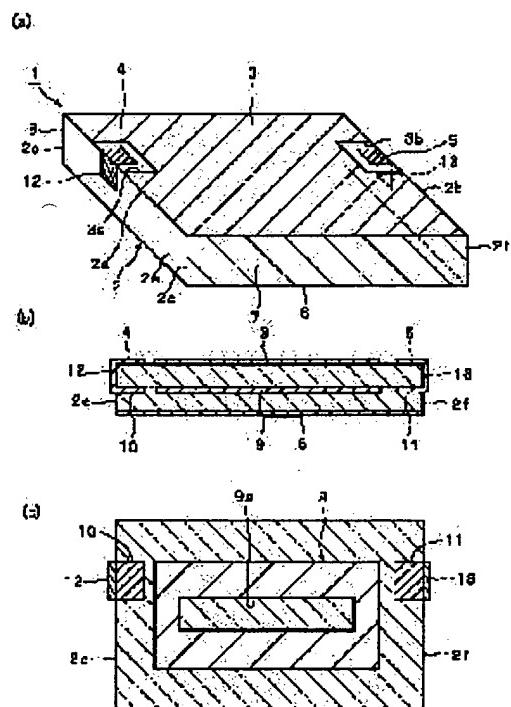
Priority number : 2001001734 Priority date : 09.01.2001 Priority country : JP

(54) DUAL MODE BAND PASS FILTER, CHARACTERISTIC ADJUSTMENT METHOD FOR THE DUAL MODE BAND PASS FILTER, AND DUPLEXER AND WIRELESS COMMUNICATION DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a dual mode band pass filter that can be downsized, the characteristic of which can easily be adjusted, with a low insertion loss and that hardly acts like a noise source.

SOLUTION: The dual mode band pass filter 1 has a tri-plate structure where ground electrodes 3, 6 are placed above and under a metallic film 9 via a dielectric substrate layer to configure a resonator, the ground electrodes 3, 6 are interconnected electrically by ground connection electrodes 7, 8, the ground electrodes 3, 6 and the ground connection electrodes 7, 8 apply electromagnetic shield to the metallic film 9, input output connection electrodes 12, 13 connected to input output coupling circuits 10, 11 are formed to end faces 2e, 2f of a dielectric board 2 and act like a resonance exciting source of a structure comprising the ground electrodes 3, 6 and the ground connection electrodes 7, 8.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-280806

(P2002-280806A)

(43)公開日 平成14年9月27日 (2002.9.27)

(51)Int.Cl.

H 01 P
1/203
1/208
7/08

識別記号

F I

H 01 P
1/203
1/208
7/08

マーク (参考)

5 J 0 0 6

A

審査請求 未請求 請求項の数9 OL (全11頁)

(21)出願番号 特願2001-265724(P2001-265724)

(22)出願日 平成13年9月3日 (2001.9.3)

(31)優先権主張番号 特願2001-1734(P2001-1734)

(32)優先日 平成13年1月9日 (2001.1.9)

(33)優先権主張国 日本 (JP)

(71)出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡市天神二丁目26番10号

(72)発明者 神波 誠治

京都府長岡市天神二丁目26番10号 株式

会社村田製作所内

(72)発明者 溝口 直樹

京都府長岡市天神二丁目26番10号 株式

会社村田製作所内

(74)代理人 100086597

弁理士 宮▼崎▲ 主税

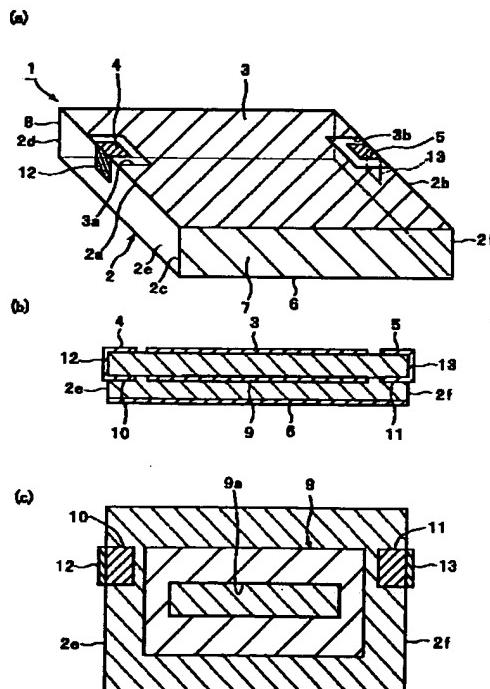
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 デュアルモード・バンドパスフィルタ及びデュアルモード・バンドパスフィルタの特性調整方法
並びにデュプレクサ及び無線通信装置

(57)【要約】

【課題】 小型化を図ることができ、特性の調整が容易であり、挿入損失の低減を図ることができ、かつノイズ源となり難い、デュアルモード・バンドパスフィルタを得る。

【解決手段】 共振器を構成するための金属膜9の上下に誘電体基板層を介してグラウンド電極3, 6が配置されているトリプレート構造を有し、グラウンド電極3, 6間がグラウンド接続電極7, 8により電気的に接続されており、グラウンド電極3, 6及びグラウンド接続電極7, 8により金属膜3が電磁シールドされており、入出力結合回路10, 11に接続されている入出力接続電極12, 13が誘電体基板2の端面2e, 2fに形成されており、グラウンド電極3, 6及びグラウンド接続電極7, 8からなる構造体の共振の励振源として作用する、デュアルモード・バンドパスフィルタ1。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1、第2の主面を有する誘電体基板と、前記誘電体基板のある高さ位置において部分的に形成されており、入力が引加された際に複数の共振モードが発生し、該複数の共振モードを結合させるための貫通孔または突出部が形成されている金属膜と、前記金属膜と誘電体基板層を介して対向するように誘電体基板の第1もしくは第2の主面または内部に形成された複数のグラウンド電極と、前記複数のグラウンド電極間を電気的に接続するように設けられたグラウンド接続電極と、前記誘電体基板の第1、第2の主面に形成された入出力端子と、前記金属膜に対し、該金属膜の異なる部分で結合された1対の入出力結合回路と、前記入出力端子と前記入出力結合回路とを電気的に接続している入出力接続電極とを備え、前記複数のグラウンド電極が誘電体基板層を介して前記金属膜の上下に配置されて、トリプレート構造を構成していることを特徴とする、デュアルモード・バンドパスフィルタ。

【請求項2】 前記グラウンド電極及びグラウンド接続電極からなる構造体が、前記金属膜で生じる複数の共振モードとは別個に共振するように構成されている、請求項1に記載のデュアルモード・バンドパスフィルタ。

【請求項3】 前記グラウンド電極及びグラウンド接続電極からなる構造体の共振モードが、TEモードまたはTMモードの変形モードである、請求項2に記載のデュアルモード・バンドパスフィルタ。

【請求項4】 前記グラウンド電極及びグラウンド接続電極からなる構造体の共振モードの共振周波数が、前記金属膜において生じる複数の共振モードの共振周波数と異なる、請求項2または3に記載のデュアルモード・バンドパスフィルタ。

【請求項5】 前記グラウンド電極及びグラウンド接続電極からなる構造体の共振モードと、前記金属膜において生じる複数の前記共振モードとが結合され、バンドパスフィルタが構成されている、請求項2～4のいずれかに記載のデュアルモード・バンドパスフィルタ。

【請求項6】 前記グラウンド電極及びグラウンド接続電極からなる構造体の共振モードの共振周波数が所望とする周波数位置に表わされるように、前記グラウンド電極及びグラウンド接続電極からなる構造体の共振長を変化させることを特徴とする、請求項1～5のいずれかに記載のバンドパスフィルタの特性調整方法。

【請求項7】 前記グラウンド電極及びグラウンド接続電極からなる構造体の共振時のインピーダンスが所望の値となるように、前記入出力接続電極の構造を調整することを特徴とする、請求項1～5のいずれかに記載のバンドパスフィルタの特性調整方法。

【請求項8】 請求項1～5のいずれかに記載のデュアルモード・バンドパスフィルタを備えることを特徴とする、デュプレクサ。

【請求項9】 請求項1～5のいずれかに記載のデュアルモード・バンドパスフィルタを帯域フィルタとして備えることを特徴とする、無線通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えばマイクロ波～ミリ波帯の通信機において帯域フィルタとして用いられるデュアルモード・バンドパスフィルタ及びその特性調整方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、高周波領域で用いられるバンドパスフィルタとして、デュアルモード・バンドパスフィルタが種々提案されている (MINIATURE DUAL MODE MICROSTRIP FILTERS, J.A. Curtis and S.J. Fiedziuszko, 1991 IEEE MTT-S Digestなど)。

【0003】 図11及び図12は、従来のデュアルモード・バンドパスフィルタを説明するための各模式的平面図である。図11に示すバンドパスフィルタ200では、誘電体基板(図示せず)上に円形の導電膜201が形成されている。この導電膜201に、互いに90°の角度をなすように、入出力結合回路202及び入出力結合回路203が結合されている。そして、上記入出力結合回路203が配置されている部分に対して中心角45°の角度をなす位置に、先端開放タブ204が形成されている。これによって共振周波数が異なる2つの共振モードが結合され、バンドパスフィルタ200は、デュアルモード・バンドパスフィルタとして動作するように構成されている。

【0004】 また、図12に示すデュアルモード・バンドパスフィルタ210では、誘電体基板上に略正方形の導電膜211が形成されている。この導電膜211に、互いに90°の角度をなすように、入出力結合回路212、213が結合されている。また、入出力結合回路213に対して135°の位置のコーナー部が欠落している。欠落部分211aを設けることにより、2つの共振モードの共振が結合されて、バンドパスフィルタ210は、デュアルモード・バンドパスフィルタとして動作する。

【0005】 他方、円形の導電膜に代えて、円環状の導電膜を用いたデュアルモードフィルタも提案されている(特開平9-139612号公報、特開平9-162610号公報など)。すなわち、円環状のリング伝送路を用い、図11に示したデュアルモード・バンドパスフィルタと同様に、中心角90°の角度をなすように入出力結合回路を配置し、かつリング状伝送路の一部に先端開放タブを設けてなるデュアルモードフィルタが開示さ

れている。

【0006】また、特開平6-112701号公報にも、同様のリング状伝送路を用いたデュアルモードフィルタが開示されている。図13に示すように、このデュアルモードフィルタ221では、誘電体基板上に円環状の導電膜222が形成されているリング共振器が構成されている。ここでは、円環状の導電膜222に対して、互いに90°をなすように4個の端子223～226が構成されている。4個の端子のうち、互いに90°の角度をなす位置に配置された2個の端子223, 224が入出力結合回路227, 228に結合されており、残りの2個の端子225, 226が帰還回路230を介して接続されている。

【0007】上記構成により、1つのストリップ線路からなるリング共振器において、互いに結合しない直交モード共振を生じさせ、上記帰還回路230により結合度を制御することが可能である旨が記載されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】図11及び図12に示した従来のデュアルモード・バンドパスフィルタでは、1つの導電膜パターンを形成することにより2段のバンドパスフィルタを構成することができ、従ってバンドパスフィルタの小型化を図り得る。

【0009】しかしながら、円形や正方形の導電膜パターンにおいて、上記特定の角度を隔てて入出力結合回路を結合する構成を有するため、結合度を大きくすることはできず、広い通過帯域を得ることができないという欠点があった。

【0010】また、図11に示されているバンドパスフィルタでは、導電膜201が円形であり、図12に示すバンドパスフィルタでは、導電膜211がほぼ正方形と形状が限定されている。従って、設計の自由度が低いという問題もあった。

【0011】また、特開平9-139612号公報や特開平9-162610号公報に記載のようなリング状共振器を用いたデュアルモードバンドパスフィルタにおいても、同様に結合度を大きくすることが困難であり、かつリング状共振器の形状が限定されるという問題があった。

【0012】他方、前述した特開平6-112701号公報に記載のデュアルモードフィルタ221では、帰還回路230を用いることにより、結合度の調整が行われ、広帯域化が図られるとされている。しかしながら、この先行技術に記載のデュアルモードフィルタでは、帰還回路230が必要であり、回路構成が煩雑化するという問題があった。加えて、やはり、リング状共振器の形状が円環状と限定され、設計の自由度が低いという問題があった。

【0013】本発明の目的は、上述した従来技術の欠点を解消し、小型化を図り得るだけでなく、結合度を大き

10

20

30

40

50

くことができ、さらに結合度の調整が容易であり、広い通過帯域を容易に実現することができ、さらに設計の自由度に優れたデュアルモード・バンドパスフィルタ及びその特性調整方法を提供することにある。

【0014】本発明の他の目的は、本発明に従って構成されたデュアルモード・バンドパスフィルタを有するデュプレクサ及び無線通信装置を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明にかかるデュアルモード・バンドパスフィルタは、第1, 第2の主面を有する誘電体基板と、前記誘電体基板のある高さ位置において部分的に形成されており、入力が引加された際に複数の共振モードが発生し、該複数の共振モードを結合させるための貫通孔または突出部が形成されている金属膜と、前記金属膜と誘電体基板層を介して対向するように誘電体基板の第1もしくは第2の主面または内部に形成された複数のグラウンド電極と、前記複数のグラウンド電極間を電気的に接続するように設けられたグラウンド接続電極と、前記誘電体基板の第1, 第2の主面に形成された入出力端子と、前記金属膜に対し、該金属膜の異なる部分で結合された1対の入出力結合回路と、前記入出力端子と前記入出力結合回路とを電気的に接続している入出力接続電極とを備え、前記複数のグラウンド電極が誘電体基板層を介して前記金属膜の上下に配置されて、トリプレート構造を構成していることを特徴とする。

【0016】本発明の特定の局面では、前記グラウンド電極及びグラウンド接続電極からなる構造体が、前記金属膜で生じる複数の共振モードとは別個に共振するよう構成されている。

【0017】本発明の他の特定の局面では、前記グラウンド電極及びグラウンド接続電極からなる構造体の共振モードが、TEモードまたはTMモードの変形モードである。

【0018】本発明のさらに他の特定の局面では、前記グラウンド電極及びグラウンド接続電極からなる構造体の共振モードの共振周波数が、前記金属膜において生じる複数の共振モードの共振周波数と異なっている。

【0019】本発明の別の特定の局面では、前記グラウンド電極及びグラウンド接続電極からなる構造体の共振モードと、前記金属膜において生じる複数の前記共振モードとが結合され、バンドパスフィルタが構成されている。

【0020】本発明にかかるデュアルモード・バンドパスフィルタは、容易に特性を調整することができ、本発明のある局面では、前記グラウンド電極及びグラウンド接続電極からなる構造体の共振モードの共振周波数が所望とする周波数位置に表わされるように、前記グラウンド電極及びグラウンド接続電極からなる構造体の共振長を変化させることを特徴とするバンドパスフィルタの特性

調整方法が提供され、他の特定の局面では、前記グラウンド電極及びグラウンド接続電極からなる構造体の共振時のインピーダンスが所望の値となるように、前記入出力接続電極の構造を調整することを特徴とするバンドパスフィルタの特性調整方法が提供される。

【0021】本発明に係るデュアルモード・バンドパスフィルタを備えることを特徴とする。

【0022】本発明に係る無線通信装置は、本発明に従って構成されたデュアルモード・バンドパスフィルタを備えることを特徴とする。

【0023】

【発明の実施の形態】図1(a), (b)は、本発明の第1の実施例にかかるデュアルモード・バンドパスフィルタの外観を示す斜視図及び正面断面図であり、図1(c)は、本実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタの内部に形成されている共振器を構成するための金属膜及び入出力端子を示す平面断面図である。

【0024】デュアルモード・バンドパスフィルタ1は、矩形の誘電体基板2を有する。誘電体基板2を構成する材料は特に限定されるわけではないが、本実施例では、比誘電率 $\epsilon = 7$ 及び $\tan \delta = 0.001$ (at 30GHz)であるMg-Si-B-O系ガラスセラミックスにより構成されている。

【0025】矩形板状の誘電体基板2の第1の主面としての上面には、ほぼ全面にグラウンド電極3が形成されている。グラウンド電極3は、誘電体基板2の上面において、対向しあう対の端縁2a, 2bに沿う切欠部3a, 3bを有する。該切欠部3a, 3b内に、グラウンド電極3と隔てられて、すなわちグラウンド電極3と電気的に絶縁されて入出力端子4, 5がそれぞれ形成されている。入出力端子は、矩形の電極膜により構成されている。

【0026】誘電体基板2の第2の主面としての下面には、全面にグラウンド電極6が形成されている。また、誘電体基板2の上面の端縁2a, 2bの両側に位置する一対の側面2c, 2dに、グラウンド接続電極7, 8が形成されている。グラウンド接続電極7, 8は、誘電体基板2の上面及び下面に形成されているグラウンド電極3, 6を電気的に接続するために設けられている。

【0027】他方、誘電体基板2の内部のある高さ位置には、共振器を構成するための金属膜9が部分的に形成されている。金属膜9は、グラウンド電極3, 6と誘電体基板層を介して重なり合うように、かつこれらと平行に配置されている。

【0028】本実施例では、金属膜9の平面形状は長方形であり、貫通孔9aを有する。貫通孔9aもまた長方形であるが、この貫通孔9aは、金属膜9の長辺方向に伝搬する共振モードと短辺方向に延びる共振モードとを結合させるために設けられている。

【0029】すなわち、入出力端子4, 5の一方から入力を加えた場合、金属膜9において、長辺方向及び短辺方向に伝搬する共振モードが発生する。長辺方向に伝搬する共振モードの共振周波数と、短辺方向に伝搬する共振モードの共振周波数は異なる。そして、貫通孔9aは金属膜9の長辺と平行な方向に延ばされた長方形の形状を有する。従って、貫通孔9aの存在により、短辺方向に伝搬する共振モードの共振電界が弱められる。本実施例では、この貫通孔9aの大きさを調整することにより、短辺方向に伝搬する共振モードの共振周波数が調整され、それによって短辺方向に伝搬する共振モードと長辺方向に伝搬する共振モードとが結合され、デュアルモード・バンドパスフィルタとしての特性が得られる。

【0030】言い換れば、上記貫通孔9aは、金属膜9において生じる上記2つの共振モードを結合するよう構成されている。金属膜9と同じ高さ位置において、金属膜9の短辺とを所定距離を隔てて、入出力結合回路を構成する電極膜10, 11が形成されている。電極膜10, 11は、金属膜9に容量結合している。

【0031】また、電極膜10, 11は、その外側端縁が誘電体基板2の一対の端面2e, 2fにそれぞれ引き出されている。他方、端面2e, 2fには、入出力接続電極12, 13が形成されている。入出力接続電極12, 13は、上記電極膜10, 11に電気的に接続されており、かつその上端においては、入出力端子4, 5にそれぞれ電気的に接続されている。

【0032】入出力接続電極12, 13は、上記入出力結合回路としての電極膜10, 11と、誘電体基板2の上面に形成されている入出力端子4, 5を電気的に接続するために設けられている。本実施例では、入出力端子4, 5が誘電体基板2の上面に形成されており、電極膜10, 11が中間高さ位置に形成されているので、入出力接続電極12, 13は、端面2e, 2f上において、端面2e, 2fと上面とのなす端縁2a, 2bから、下方に延び、かつ入出力結合回路としての電極膜10, 11に電気的に接続される位置まで延ばされている。

【0033】すなわち、入出力接続電極12, 13は、端面2e, 2fの下端には至らないように形成されている。上述したグラウンド電極3、入出力端子4, 5、グラウンド電極6、グラウンド接続電極7, 8、金属膜9、電極膜10, 11及び入出力接続電極12, 13は、いずれも、本実施例ではCuにより形成されている。もっとも、これらの電極を構成する電極材料については特に限定されるものではない。

【0034】上記デュアルモード・バンドパスフィルタ1の製造に際しては、誘電体基板を構成するために、複数枚の矩形の誘電体グリーンシートを用意する。次に、誘電体グリーンシートに、誘電体基板の上面、中間高さ位置及び下面に形成される各電極構造を、それぞれ別の

グリーンシート上に印刷する。そして、これらの電極が印刷された誘電体グリーンシートを、さらに必要に応じて無地の誘電体グリーンシートを間に介在させて積層し、積層体を得る。得られた積層体を厚み方向に加圧した後、焼成することにより、誘電体基板2が得られる。このようにして得られた誘電体基板2の端面2e, 2fに、入出力接続電極12, 13及びグラウンド電極7, 8を導電ペーストの塗布・焼付等の適宜の方法により形成すればよい。

【0035】上記のように、誘電体基板2は、従来より周知のセラミックス一体焼成技術により容易に得ることができる。

【0036】本実施例のデュアルモード・バンドバスフィルタ1は、中間高さ位置に共振器を構成するための金属膜9を有し、金属膜9の上方及び下方に、グラウンド電極3, 6が配置されている、いわゆるトリプレート構造を有する。しかも、共振器を構成する金属膜9の周囲が、グラウンド電極3, 6及びグラウンド接続電極7, 8により電磁シールドされている。従って、損失の低減を果たすことができる。

【0037】加えて、上記グラウンド電極3, 6及びグラウンド接続電極7, 8からなる構造体は、金属膜9で構成される共振器の複数の共振モードとは別個に共振する。すなわち、入出力接続電極12, 13を励振源として、主としてグラウンド電極3, 6及びグラウンド接続電極7, 8で囲まれる空間に上記金属膜9における共振電磁界とは異なる共振電磁界が存在する。従って、グラウンド電極3, 6及びグラウンド接続電極7, 8からなる構造体の、例えば形状などを変えることにより、金属膜9で生じる複数の共振モードとは別個の共振を制御することができる。同様に、入出力接続電極12, 13の形状などを変えることにより、金属膜9で生じる複数の共振モードとは別個の共振を制御することができる。従って、デュアルモード・バンドバスフィルタの特性を容易に調整することができる。

【0038】例えば、デュアルモード・バンドバスフィルタ1の金属膜9の共振周波数に、上記グラウンド電極3, 6及びグラウンド接続電極7, 8からなる構造体の共振周波数を近接させることにより、多段フィルタを構成することができる。あるいは、上記グラウンド電極3, 6及びグラウンド接続電極7, 8からなる構造体の共振周波数を、デュアルモード・バンドバスフィルタの減衰域以外に移動させることにより、または上記構造体の共振が小さくなるようにインピーダンスを調整することにより、スリアスのないフィルタ特性を得ることができる。

【0039】次に、本実施例のデュアルモード・バンドバスフィルタ1の具体的な実験例を説明する。本実験例では、通過帯域中心周波数が約21GHzとなるように、金属膜9の設計を行った。すなわち、金属膜9の長

10

20

30

40

辺を2.2mm、短辺を1.2mmとした。また、金属膜9において生じる長辺方向の共振と短辺方向の共振とを結合させるために、金属膜9のほぼ中央に、長辺1.8mm×短辺0.5mmの貫通孔9aを形成した。

【0040】また、誘電体基板2の寸法は、長辺約3.0mm×短辺1.9mm×高さ0.6mmとした。金属膜9の各短辺のコーナー部分近傍において、短辺と40μmのギャップを隔てて、0.3×0.36mmの長方形形状の電極膜10, 11を形成した。

【0041】また、上記金属膜9及び電極膜10, 11は、誘電体基板2の高さ方向ほぼ中央に配置した。さらに、入出力接続電極12, 13は、上面の入出力端子4, 5と中間高さ位置に形成された電極膜10, 11とを結ぶ長さとし、かつその幅(すなわち高さ方向と直交する方向の寸法)は300μmとした。

【0042】上記設計のデュアルモード・バンドバスフィルタ1の反射特性の周波数特性を図2に示す。図2において、低周波数側に表われている、矢印Aで示す共振が金属膜9のフィルタ特性を得るために共振を示し、高周波数側に表われている矢印Bで示す共振がグラウンド電極3, 6及びグラウンド接続電極7, 8からなる構造体による共振に対応している。

【0043】図2から明らかなように、本実施例では、グラウンド電極3, 6及びグラウンド接続電極7, 8からなる構造体の共振の共振周波数が、フィルタ特性を得るために共振Aの共振周波数よりもかなり高くされており、すなわち十分に離れており、従って、フィルタの減衰特性が影響を受けないように構成されている。本願発明者は、図2の矢印Bで示されている共振における電磁界分布を、ヒューレットパッカード社製電磁界シミュレータ(品番HFSS)を用いて計算した。結果を図3(a)及び(b)に略図的に示す。

【0044】図3(a)は、誘電体基板2を平面視した場合の電磁界分布を示し、(b)は誘電体基板2の中央を通る正面断面図方向から見た電磁界分布を示す。図3(a), (b)から明らかなように、誘電体基板2の中央に誘電体基板2の厚み方向に強い電界が発生しており、該電界を回り込むように磁界が発生していることがわかる。

【0045】なお、図3(a)における中央のハッチングをした部分が電界の強い部分を示し、周囲の一点鎖線で示す矢印は磁界のベクトル分布を示す。また、図3(b)における誘電体基板2の厚み方向に延びる矢印は、電界ベクトルを示す。

【0046】図3(a)及び(b)に示す電磁界分布は、一般に空洞共振器の共振モードと知られているTEモードあるいはこれに等価なTMモードと分布が類似している。異なるのは、本実施例では、グラウンド電極で覆われていない端面2e, 2fが存在し、該端面2e, 2fから電磁界が外部に若干漏れている点にある。

50

【0047】本願発明者は、上記実施例のデュアルモード・バンドバスフィルタ1と比較するために、未だ公知ではないが、特願2000-47919号に開示されている構造を有するデュアルモード・バンドバスフィルタを作製した。図4(a)及び(b)に示すように、このデュアルモード・バンドバスフィルタ21は、誘電体基板22を用いて構成されており、誘電体基板22の上面にはデュアルモード・バンドバスフィルタ1の場合と同様に、グラウンド電極3及び入出力端子4, 5が形成されている。もっとも、デュアルモード・バンドバスフィルタ21では、誘電体基板22の下面に、金属膜9及び入出力結合回路としての電極膜10, 11が形成されている。すなわち、デュアルモード・バンドバスフィルタ21はトリプレート構造を有するものではなく、マイクロスリップ構造の誘電体フィルタと同様の構造を有する。

【0048】なお、電極膜10, 11と入出力端子4, 5を電気的に接続するための入出力接続電極23, 24が端面22e, 22fの上端から下端に至るように形成されている。

【0049】上記のように、トリプレート構造とされていないことを除いては、第1の実施例のデュアルモード・バンドバスフィルタ1と同様にして設計されたデュアルモード・バンドバスフィルタ21の反射特性の周波数特性を図5に示す。

【0050】図5から明らかなように、矢印Cで示すフィルタ特性を得るために共振が得られているが、周波側には、図2に示した共振Bは見られない。すなわち、図4に示したデュアルモード・バンドバスフィルタ21では、共振器を構成するための金属膜9がグラウンド電極及びグラウンド接続電極で覆われてシールドされている構造を有しないので、デュアルモード・バンドバスフィルタ1における共振Bが存在しない。従って、デュアルモード・バンドバスフィルタ21では、グラウンド電極を利用した別の共振が生じないので、該別の共振を利用してフィルタ特性の調整を行ったり、多段化を行うことができないことがわかる。

【0051】次に、デュアルモード・バンドバスフィルタ1におけるフィルタ特性を得るために共振A(図2参照)と、デュアルモード・バンドバスフィルタ21におけるフィルタ特性を得るために共振C(図5参照)の放射効率(入力電力と放射電力との割合)を前述したシミュレータを用いて算出した。その結果、実施例のデュアルモード・バンドバスフィルタ1では放射効率が1%未満であるのに対し、デュアルモード・バンドバスフィルタ21では放射効率が36%と非常に大きいことがわかった。

【0052】従って、本実施例のデュアルモード・バンドバスフィルタ1では、グラウンド電極3, 6及びグラウンド接続電極7, 8で金属膜9が電磁シールドされて

いるので、フィルタからの放射が十分に抑制されることがわかる。

【0053】第1の実施例のデュアルモード・バンドバスフィルタ1では、グラウンド電極3, 6は、誘電体基板2の側面2c, 2dに設けられたグラウンド接続電極7, 8により電気的に接続されていたが、図6(a)に示すように、ピアホール電極41, 42により上面のグラウンド電極3と下面のグラウンド電極6とをさらに電気的に接続してもよい。ここでは、グラウンド接続電極7, 8だけでなく、ピアホール電極41, 42によってもグラウンド電極3, 6が電気的に接続されている。

【0054】図6(a)に示すように、ピアホール電極41, 42は、入出力接続電極12の両側に、該入出力接続電極12とは電気的に絶縁されているが、近接されて配置されている。すなわち、ピアホール電極41, 42は、外側面が端面2eに露出するように形成されており、かつ上端においては、欠落部3aにのぞむように形成されている。ピアホール電極41, 42の位置を調整することにより、例えばピアホール電極41, 42を、図6(a)に示す位置よりも入出力接続電極12から離れた位置に設けることにより、あるいは端面2eよりも内側に位置させるように位置を変更することにより、デュアルモード・バンドバスフィルタ1の特性を調整することができる。なお、図6(a)では、端面2e側のみを図示したが、端面2f側においても同様にピアホール電極が形成されている。

【0055】また、図6(b)は、デュアルモード・バンドバスフィルタ1の第2の変形例を示す正面断面図である。第2の変形例のデュアルモード・バンドバスフィルタ51では、金属膜9と、入出力結合回路を構成する電極膜10, 11が異なる高さ位置に形成されており、かつ金属膜9に対して誘電体基板層を介して電極膜10, 11が部分的に重なり合うように配置されている。このように、金属膜9と入出力結合回路を構成する電極膜10, 11は異なる高さ位置に配置されていてもよい。また、電極膜10, 11と金属膜9との重なり面積や距離を調整することにより、フィルタ特性を調整することもできる。

【0056】図6(a)及び(b)に示した各変形例のデュアルモード・バンドバスフィルタの反射特性の周波数特性を、それぞれ、図7(a)及び(b)に示す。

【0057】図7(a)及び(b)に示す各周波数特性では、図2に示した矢印Bで示す高周波側の共振の存在しないことがわかる。すなわち、入出力接続電極12, 13、入出力接続電極12, 13を含む入出力回路部分の構造を調整することにより、グラウンド電極3, 6及びグラウンド接続電極7, 8からなる構造体の共振のインピーダンスが変化したことを示す。なお、入出力接続回路部分とは、入出力接続電極12, 13だけでなく、電極膜10, 11をも含むものとする。

11

【0058】入出力接続電極11、12を含む入出力接続回路部分は、上記グラウンド電極3、6及びグラウンド接続電極7、8からなる構造体の共振の励振源に相当している。従って、図6(a)に示したように、励振源にピアホール電極41、42を設けることによりグラウンド電位を近接させることにより、あるいは図6(b)に示したように励振源を小さくすることにより、上記構造体の共振を小さくすることができる。逆に、グラウンド電位を励振源から遠ざけることにより、あるいは励振源を大きくすることにより、上記構造体の共振を大きくすることもできる。

【0059】図8は、本発明の第2の実施例にかかるデュアルモード・バンドパスフィルタの外観斜視図である。本実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタ61は、上面のグラウンド電極3と下面のグラウンド電極6との電気的接続構造は異なることを除いては、第1の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタ1と同様に構成されている。すなわち、本実施例では、側面2c、2dにグラウンド接続電極は形成されておらず、4個のピアホール電極62～65により、グラウンド電極3とグラウンド電極6とが電気的に接続されている。

【0060】ピアホール電極62～65は、誘電体基板2のコーナー部分近傍に形成されている。ここでは、金属膜9(図8では図示しないが、図1参照)の周囲が、グラウンド電極3、6及びピアホール電極62～65からなる構造により電磁シールドされている。このように、グラウンド接続電極は複数のピアホール電極により構成されていてもよい。

【0061】デュアルモード・バンドパスフィルタ61の反射特性の周波数特性を、図9に示す。なお、図9は低周波数側に表われるフィルタを構成するための共振部分を拡大した図である点において、図2と異なる。

【0062】図9において、矢印Bは、フィルタの共振を示し、実際には2つの共振モードが結合されている。さらに、矢印Dで示すグラウンド電極3、6及びピアホール電極62～65からなる構造体の共振が共振Bに接近し、あたかも3段のフィルタのようなフィルタ特性の得られていることがわかる。

【0063】これは、第1の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタ1では、グラウンド接続電極7、8が側面2c、2dの全面に形成されていたのに対し、ピアホール電極62～65が用いられているので、デュアルモード・バンドパスフィルタ61では、ピアホール電極62～65によりインダクタンスが装荷され、それによって上記構造体の共振周波数が低下したものと思われる。なお、この構造体における共振の電磁界分布における共振電流は、グラウンド電極3、ピアホール電極62～65、グラウンド電極6、ピアホール電極62～65の順に流れることが前述したシミュレータにより確認されている。

12

【0064】上述した第1、第2の実施例及び各変形例から明らかなように、本発明にかかるデュアルモード・バンドパスフィルタでは、グラウンド電極及びグラウンド接続電極あるいは入出力接続電極を含む入出力回路部の電極構造を異ならせることにより、あるいはこれらの位置を調整することにより、フィルタ特性をさまざまに調整し得ることがわかる。

【0065】なお、本発明にかかるデュアルモード・バンドパスフィルタは、上述した各実施例及び変形例に限定されるものではない。特に、グラウンド電極及びグラウンド接続電極の構造は、これらからなる構造体の共振長を変えるために、その大きさ、形状及び位置などを自由に選択することができる。また、入出力接続電極を含む入出力接続回路の構造についても上記グラウンド電極を含む構造体の励振源として作用するので、入出力接続電極を含む入出力接続回路部分の大きさ、形状、位置などについても自由に選択することができる。

【0066】また、トリプレート構造を構成するにあたり、金属の膜の上下のグラウンド電極のさらに上下に誘電体基板層が設けられていてもよく、従って、グラウンド電極は誘電体基板内に形成されていてもよい。

【0067】次に本発明のデュアルモード・バンドパスフィルタをデュプレクサ及び無線通信装置に用いた場合について、図10を用いて説明する。図10は、デュアルモード・バンドパスフィルタを用いたデュプレクサDPX、及びそれを用いた無線通信装置300の要部の一実施例を示すブロック図である。図10に示されているように、本実施例のデュプレクサDPXは、本発明のデュアルモード・バンドパスフィルタBPF1、BPF2を2つ接続して構成されており、かつ3つのポートP1、P2、P3を備える。

【0068】デュプレクサDPXのポートP1は、BPF1の一端に形成され、送信部TXに接続されている。また、デュプレクサDPXのポートP2は、BPF2の一端に形成され、受信部RXに接続されている。さらに、デュプレクサDPXのポートP3は、BPF1の他端及びBPF2の他端に接続されており、かつアンテナANTに接続されている。

【0069】以上のように構成することにより、本発明のデュアルモード・バンドパスフィルタをデュプレクサとして用いることができる。従って設計の自由度が高く、所望とする帯域幅を容易に得ることができるデュプレクサを得ることができる。

【0070】また、以上のように、本発明のデュアルモード・バンドパスフィルタ及びデュプレクサを無線通信装置に用いることで、通信品質に優れた無線通信装置を容易に得ることができる。

【0071】

【発明の効果】本発明にかかるデュアルモード・バンドパスフィルタによれば、誘電体基板内に共振器を構成す

るための金属膜が形成されており、該金属膜と誘電体層を介して金属膜の上下にグラウンド電極が形成されているトリアプレート構造を有し、かつ金属膜の上下に位置するグラウンド電極がグラウンド接続電極により電気的に接続されている。従って、金属膜がグラウンド電極及びグラウンド接続電極により電磁シールドされているので、デュアルモード・バンドパスフィルタにおける外部への放射を低減することができる。従って、デュアルモード・バンドパスフィルタの挿入損失の低減を果たすことができ、あるいはデュアルモード・バンドパスフィルタがノイズ源となる問題を解決することができる。

【0072】また、グラウンド電極及びグラウンド接続電極からなる構造体の共振モードを利用することにより、すなわち、金属膜で得られるフィルタ特性と上記構造体の共振モードとを利用することにより、バンドパスフィルタの多段化を果たすことができる。また、上記構造体の共振周波数を調整することにより、スプリアスのない良好なフィルタ特性を得ることができる。

【0073】さらに、従来のデュアルモード・バンドパスフィルタでは、共振器を構成する金属膜の形状に制約があったり、入出力結合回路の結合点の位置に制約があったのに対し、本発明にかかるデュアルモード・バンドパスフィルタでは、このような制約がないため、設計の自由度を大幅に高めることができる。しかも、金属膜の寸法、貫通孔の寸法あるいは入出力結合回路の結合点の位置を異ならせることにより、特性を大幅に調整することができる。

【0074】グラウンド電極及びグラウンド接続電極からなる構造体が、金属膜で生じる複数の共振モードとは別個に共振するように構成されている場合、該グラウンド電極及びグラウンド接続電極からなる構造体の共振モードを利用して、上記のようにフィルタの多段化を果たしたり、スプリアスのないフィルタ特性を得ることができる。

【0075】グラウンド電極及びグラウンド接続電極からなる構造体の共振モードの共振周波数を、金属膜において生じる複数の共振モードの共振周波数と異ならせることにより、上記構造体による共振に起因するスプリアスのない、良好なフィルタ特性を得ることができる。

【0076】上記構造体の共振モードと、金属膜において生じる複数の共振モードとが結合される場合には、それによって多段型のフィルタ特性を得ることができる。

【0077】本発明にかかるバンドパスフィルタの特性調整方法において、グラウンド電極及びグラウンド接続電極からなる構造体の共振長を変化させることにより、上記構造体の共振周波数を所望の周波数位置に調整することができる。

【0078】また、本発明にかかるバンドパスフィルタの特性調整方法において、上記入出力接続電極の構造を調整すれば、該入出力接続電極がグラウンド電極及びグ

10

ラウンド接続電極からなる構造体の励振源として作用するので、グラウンド電極及びグラウンド接続電極からなる構造体の共振時のインピーダンスを所望の値に容易に調整することができる。

【0079】本発明にかかるデュプレクサ及び無線通信装置は、本発明に従って構成されたデュアルモード・バンドパスフィルタを帯域フィルタとして備えるため、低損失化を果たすことができ、かつ特性の調整が容易であり、かつ良好な通信特性を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は本発明の第1の実施例にかかるデュアルモード・バンドパスフィルタの外観を示す斜視図、(b)は正面断面図、(c)は内部構造を説明するための平面断面図。

【図2】第1の実施例にかかるデュアルモード・バンドパスフィルタの反射特性の周波数特性を示す図。

【図3】(a), (b)は、第1の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタにおける電磁界分布を説明するための略図的平面図及び略図的正面断面図。

【図4】(a)は、公知ではないが、比較のために用意したデュアルモード・バンドパスフィルタの外観を示す斜視図、(b)は(a)に示したデュアルモード・バンドパスフィルタの底面に形成されている電極構造を示す模式的平面図。

【図5】図4に示したデュアルモード・バンドパスフィルタの反射特性の周波数特性を示す図。

【図6】(a), (b)は、それぞれ、第1の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタの第1の変形例及び第2の変形例を説明するための各部分切欠斜視図及び正面断面図。

【図7】(a), (b)は、図6(a), (b)に示した第1, 第2の変形例のデュアルモード・バンドパスフィルタの反射特性の周波数特性を示す図。

【図8】本発明の第2の実施例にかかるデュアルモード・バンドパスフィルタを示す外観斜視図。

【図9】第2の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタの反射特性の周波数特性を示す図。

【図10】本発明に従って構成されたデュアルモード・バンドパスフィルタを有するデュプレクサ、並びに該デュプレクサが備えられた無線通信装置の概略ブロック図。

【図11】従来のデュアルモード・バンドパスフィルタの一例を示す模式的平面図。

【図12】従来のデュアルモード・バンドパスフィルタの他の例を示す模式的平面図。

【図13】従来のデュアルモード・バンドパスフィルタのさらに他の例を示す模式的平面図。

【符号の説明】

1…デュアルモード・バンドパスフィルタ

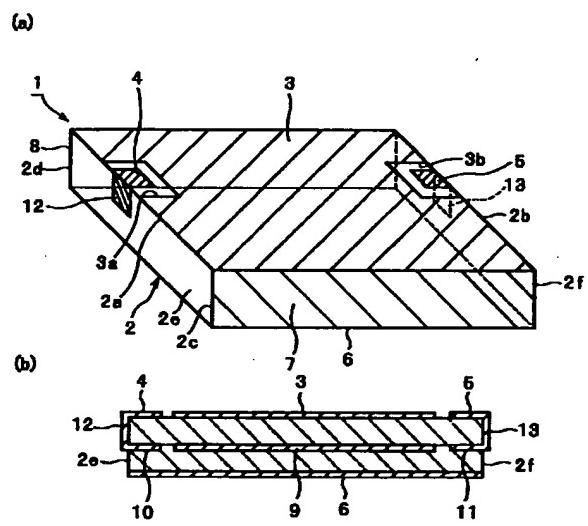
2…誘電体基板

50

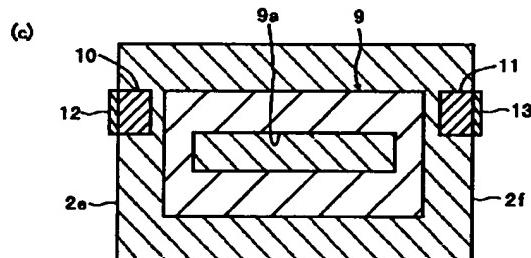
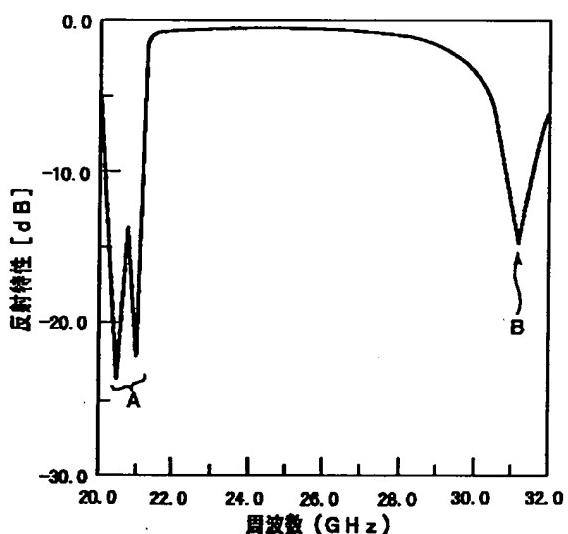
- 2a, 2b…端縁
2c, 2d…側面
2e, 2f…端面
3…グラウンド電極
4, 5…入出力端子
6…グラウンド電極
7, 8…グラウンド接続電極
9…金属膜

- 9a…貫通孔
10, 11…入出力結合回路としての電極膜
12, 13…入出力接続電極
41…デュアルモード・バンドパスフィルタ
42, 43…ピアホール電極
51…デュアルモード・バンドパスフィルタ
61…デュアルモード・バンドパスフィルタ
62~65…ピアホール電極

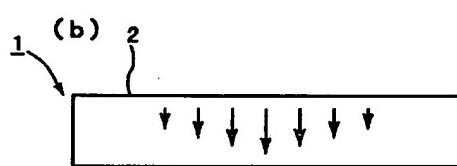
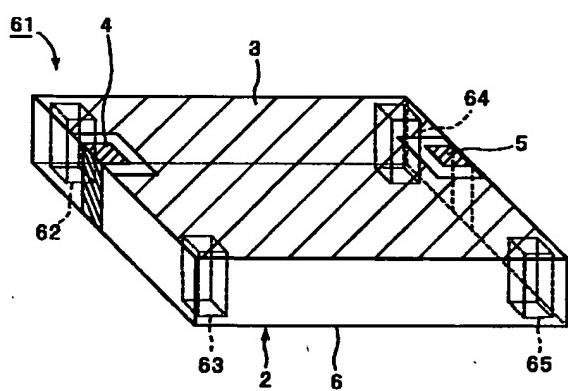
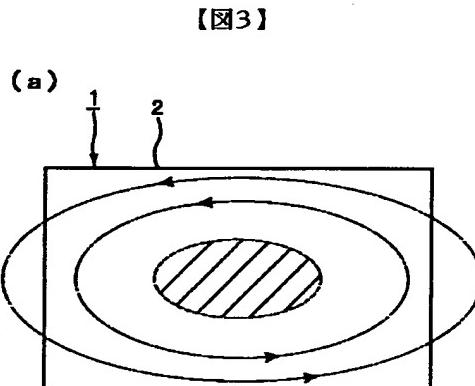
【図1】



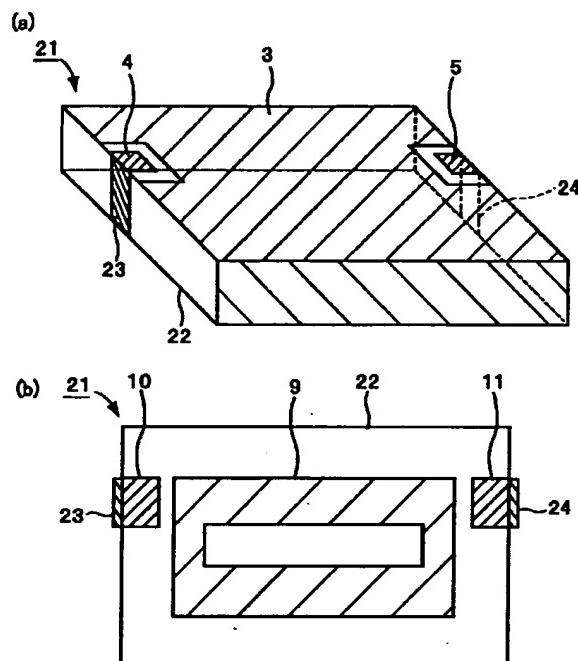
【図2】



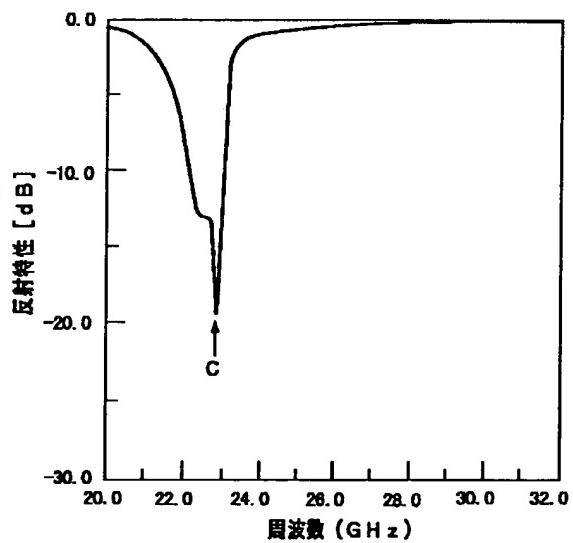
【図3】



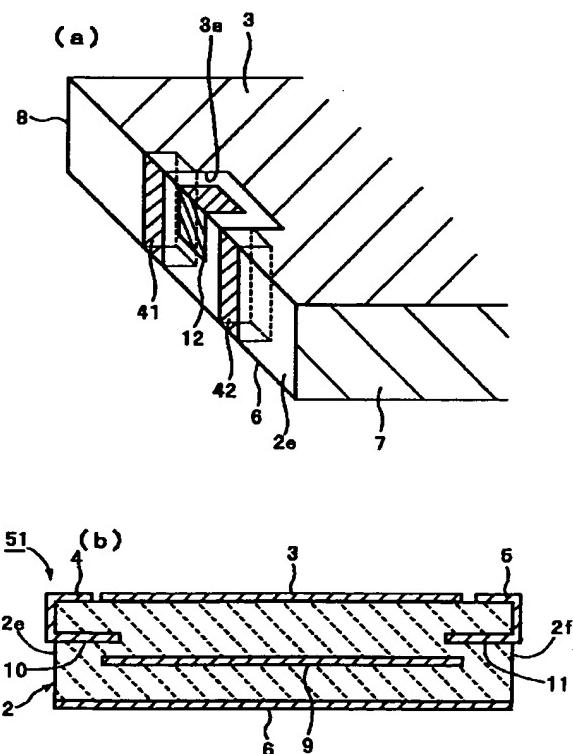
【図4】



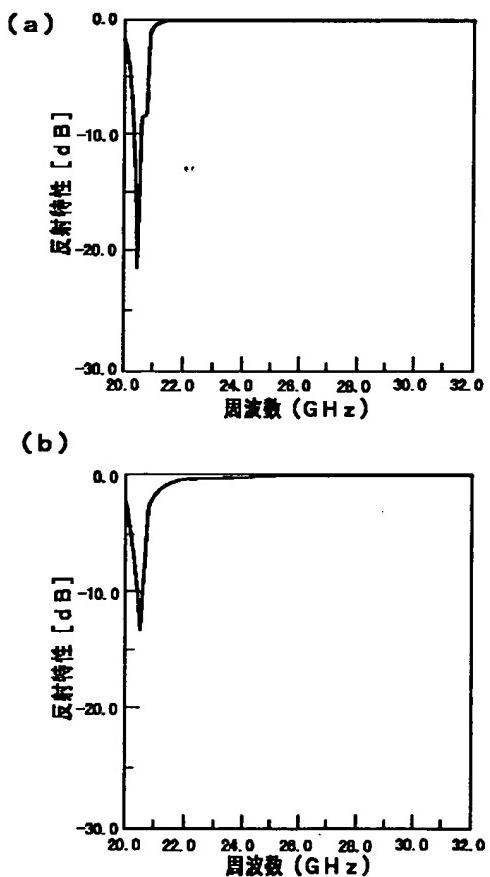
【図5】



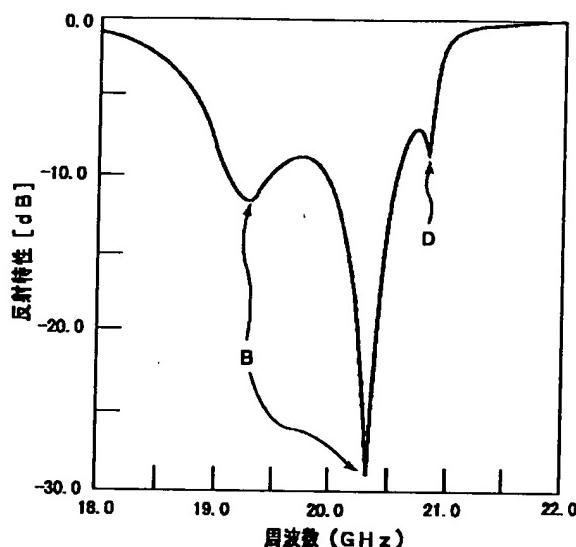
【図6】



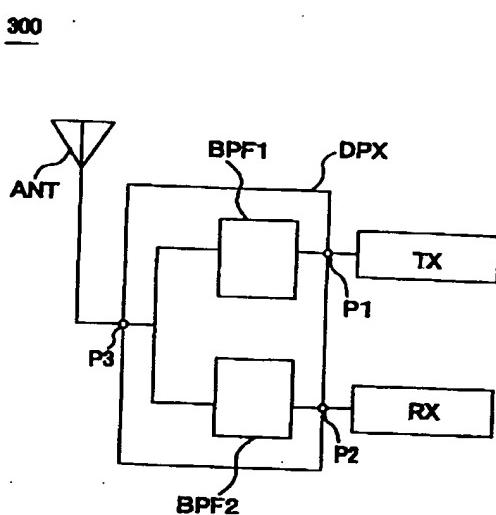
【図7】



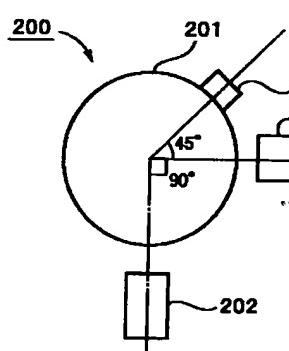
【図9】



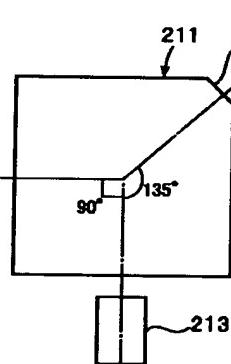
【図10】



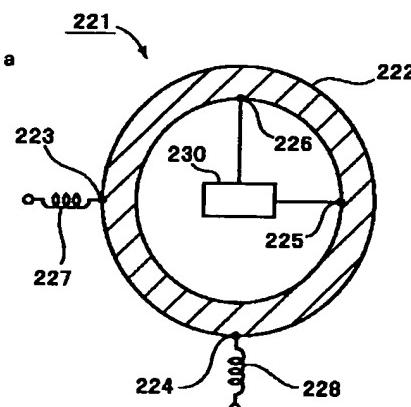
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 岡村 尚武

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

Fターム(参考) 5J006 HB04 HB22 HC14 JA01 LA02

LA11 NA04 NC03

* NOTICES *

JPO and NCIPPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the dual mode band pass filter used as a band-pass filter in the transmitter of a microwave - millimeter wave band, and its property adjustment approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, the dual mode band pass filter is variously proposed as a band pass filter used in a high frequency field (MINIATURE DUAL MODE MICROSTRIP FILTERS, J.A.Curtis and S.J.Fiedziuszko, 1991 IEEE MTT-S Digest, etc.).

[0003] Drawing 11 and drawing 12 are each typical top view for explaining the conventional dual mode band pass filter. In the band pass filter 200 shown in drawing 11, the circular electric conduction film 201 is formed on the dielectric substrate (not shown). The I/O coupled circuit 202 and the I/O coupled circuit 203 are combined with this electric conduction film 201 so that the include angle of 90 degrees may be made mutually. And the tip disconnection stub 204 is formed in the location which makes the include angle of 45 degrees of central angles to the part by which the above-mentioned I/O coupled circuit 203 is arranged. The resonance mode which is two from which resonance frequency differs by this is combined, and the band pass filter 200 is constituted so that it may operate as a dual mode band pass filter.

[0004] Moreover, in the dual mode band pass filter 210 shown in drawing 12, the electric conduction film 211 of an abbreviation square is formed on the dielectric substrate. The I/O coupled circuit 212,213 is combined with this electric conduction film 211 so that the include angle of 90 degrees may be made mutually. Moreover, the corner section with a location of 135 degrees is missing to the I/O coupled circuit 213. by preparing lack partial 211a, if the resonance frequency of two resonance modes is **, it carries out -- having -- **** -- this -- resonance in the mode whose number is two is combined and a band pass filter 210 operates as a dual mode band pass filter.

[0005] On the other hand, it replaces with the circular electric conduction film, and the dual mode filter using the circular ring-like electric conduction film is also proposed (JP,9-139612,A, JP,9-162610,A, etc.). That is, the dual mode filter which arranges an I/O coupled circuit so that the include angle of 90 degrees of central angles may be made, and comes to prepare a tip disconnection stub to a part of ring-like transmission line as well as the dual mode band pass filter shown in drawing 11 is indicated using the circular ring-like ring transmission line.

[0006] Moreover, the dual mode filter using the same ring-like transmission line is indicated by JP,6-112701,A. As shown in drawing 13, the ring resonator with which the circular ring-like electric conduction film 222 is formed on the dielectric substrate consists of this dual mode filter 221. Here, to the circular ring-like electric conduction film 222, four terminals 223-226 are constituted so that 90 degrees may be made mutually. Two terminals 223,224 arranged in the location which makes the include angle of 90 degrees mutually among four terminals are combined with the I/O coupled circuit 227,228, and the two remaining terminals 225,226 are connected through the feedback circuit 230.

[0007] The orthogonal mode resonance which is not mutually combined by the above-mentioned configuration in the ring resonator which consists of the one strip line is produced, and the purport which can control degree of coupling by the above-mentioned feedback circuit 230 is indicated.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the conventional dual mode band pass filter shown in drawing 11 and drawing 12, by forming one electric conduction film pattern, two steps of band pass filters can be constituted, therefore the miniaturization of a band pass filter can be attained.

[0009] However, in the electric conduction film pattern of a round shape or a square, since it had the configuration which separates the above-mentioned specific include angle and combines an I/O coupled circuit, degree of coupling could not be enlarged but there was a fault that a large passband could not be obtained.

[0010] Moreover, in the band pass filter circular [electric conduction / 201] and shown in drawing 12 with the band pass filter shown in drawing 11, the square and the configuration are mostly limited for the electric conduction film 211. Therefore, there was also a problem that the degree of freedom of a design was low.

[0011] Moreover, there was a problem that it was difficult for JP,9-139612,A or JP,9-162610,A also in the dual mode band pass filter using a ring-like resonator like a publication to enlarge degree of coupling similarly, and the configuration of a ring-like resonator was limited.

[0012] On the other hand, by using a feedback circuit 230 for JP,6-112701,A mentioned above with the dual mode filter 221 of a publication, adjustment of degree of coupling is performed and it is supposed that broadband-ization is attained. However, there was a problem that a feedback circuit 230 was required for this advanced technology with the dual mode filter of a publication, and circuitry made it complicated. In addition, it was limited too that the configuration of a ring-like resonator is in a circle, and there was a problem that the degree of freedom of a design was low.

[0013] The purpose of this invention can enlarge degree of coupling, adjustment of degree of coupling is still easier for it, it not only can attain a miniaturization, but it can realize [it can cancel the fault of the conventional technique mentioned above,] a large passband easily, and is to offer the dual mode band pass filter which was further excellent in the degree of freedom of a design, and its property adjustment approach.

[0014] Other purposes of this invention are to offer the duplexer and radio communication equipment which have the dual mode band pass filter constituted according to this invention.

[0015]

[Means for Solving the Problem] The dual mode band pass filter concerning this invention In the height location with the dielectric substrate which has the 1st and 2nd principal plane, and said dielectric substrate, it is formed partially. The metal membrane in which the through tube or lobe for two or more resonance modes occurring when an input is **** (ed), and combining these two or more resonance modes is formed, Two or more ground electrodes formed in the 1st, the 2nd principal plane, or the interior of a dielectric substrate so that it might counter through said metal membrane and a dielectric substrate layer, The ground connection electrode prepared so that it might connect electrically said two or more ground inter-electrode, The input/output terminal formed in the 1st and 2nd principal plane of said dielectric substrate, and one pair of I/O coupled circuits combined to said metal membrane in the part from which this metal membrane differs, It is characterized by having the I/O connection electrode which has connected electrically said input/output terminal and said I/O coupled circuit, arranging said metal membrane up and down through a dielectric substrate layer, and said two or more ground electrodes constituting TORIPU rate structure.

[0016] The structure which consists of said ground electrode and a ground connection electrode consists of specific aspects of affairs of this invention so that it may resonate separately from two or more resonance modes produced in said metal membrane.

[0017] On other specific aspects of affairs of this invention, the resonance mode of the structure which consists of said ground electrode and a ground connection electrode is the TE mode or the deformation mode of the TM mode.

[0018] On other specific aspects of affairs of this invention, the resonance frequency of the resonance mode of the structure which consists of said ground electrode and a ground connection electrode differs from the resonance frequency of two or more resonance modes produced in said metal membrane further.

[0019] The resonance mode of the structure which consists of said ground electrode and a ground connection electrode, and said two or more resonance modes produced in said metal membrane are combined, and the band pass filter consists of another specific aspects of affairs of this invention.

[0020] The dual mode band pass filter concerning this invention On the aspect of affairs which can adjust a property easily and has this invention So that it may appear in the frequency location which the resonance frequency of the resonance mode of the structure which consists of said ground electrode and a ground connection electrode considers as a request The property adjustment approach of the band pass filter characterized by changing the resonance length of the structure who consists of said ground electrode and a ground connection electrode is offered. On other specific aspects of affairs The property adjustment approach of the band pass filter characterized by adjusting the structure of said I/O connection electrode is offered so that the impedance at the time of resonance of the structure which consists of said ground electrode and a ground connection electrode may serve as a desired value.

[0021] The duplexer concerning this invention is characterized by having the dual mode band pass filter constituted according to this invention.

[0022] The radio communication equipment concerning this invention is characterized by having the dual mode band pass filter constituted according to this invention.

[0023]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 (a) and (b) are the perspective views and transverse-plane sectional views showing the appearance of the dual mode band pass filter concerning the 1st example of this invention, and drawing 1

(c) is the flat-surface sectional view showing the metal membrane and input/output terminal for constituting the resonator currently formed in the interior of the dual mode band pass filter of this example.

[0024] The dual mode band pass filter 1 has the rectangular dielectric substrate 2. Although especially the ingredient that constitutes the dielectric substrate 2 is not necessarily limited, it is constituted from this example by the Mg-Si-B-O system crystallized glass which is specific inductive capacity epsilon= 7 and tandelta=0.001 (at30GHz).

[0025] The ground electrode 3 is mostly formed in the whole surface on the top face as the 1st principal plane of the rectangle tabular dielectric substrate 2. The ground electrode 3 has the notches 3a and 3b which meet a pair of edge 2a which counters and suits, and 2b on the top face of the dielectric substrate 2. In this notch 3a and 3b, it is separated from the ground electrode 3, namely, insulates with the ground electrode 3 electrically, and input/output terminals 4 and 5 are formed, respectively. The input/output terminal is constituted by the rectangular electrode layer.

[0026] The ground electrode 6 is formed in the whole surface on the inferior surface of tongue as the 2nd principal plane of the dielectric substrate 2. Moreover, the ground connection electrodes 7 and 8 are formed in the side faces 2c and 2d of the pair located in the both sides of edge 2a of the top face of the dielectric substrate 2, and 2b. The ground connection electrodes 7 and 8 are formed in order to connect electrically the ground electrodes 3 and 6 currently formed in the top face and inferior surface of tongue of the dielectric substrate 2.

[0027] On the other hand, the metal membrane 9 for constituting a resonator is partially formed in the height location with the interior of the dielectric substrate 2. The metal membrane 9 is arranged at these and parallel so that the ground electrodes 3 and 6 may be overlapped through a dielectric substrate layer.

[0028] In this example, the flat-surface configuration of a metal membrane 9 is a rectangle, and has through tube 9a. Although through tube 9a is also a rectangle, this through tube 9a is prepared in order to combine the resonance mode spread in the direction of a long side of a metal membrane 9, and the resonance mode prolonged in the direction of a shorter side.

[0029] That is, when an input is applied from one side of input/output terminals 4 and 5, in a metal membrane 9, the resonance mode spread in the direction of a long side and the direction of a shorter side occurs. The resonance frequency of the resonance mode spread in the direction of a long side differs from the resonance frequency of the resonance mode spread in the direction of a shorter side. And through tube 9a has the configuration of the rectangle extended in the direction parallel to the long side of a metal membrane 9. Therefore, the resonance electric field of the resonance mode spread in the direction of a shorter side can weaken by existence of through tube 9a. In this example, by adjusting the magnitude of this through tube 9a, the resonance frequency of the resonance mode spread in the direction of a shorter side is adjusted, the resonance mode spread in the direction of a shorter side by it and the resonance mode spread in the direction of a long side are combined, and the property as a dual mode band pass filter is acquired.

[0030] In other words, the above-mentioned through tube 9a is constituted so that the two above-mentioned resonance modes produced in a metal membrane 9 may be combined. In the same height location as a metal membrane 9, predetermined distance is separated for the shorter side of a metal membrane 9, and the electrode layers 10 and 11 which constitute an I/O coupled circuit are formed. Capacity coupling of the electrode layers 10 and 11 is carried out to the metal membrane 9.

[0031] Moreover, as for electrode layers 10 and 11, the outside edge is pulled out by the end faces 2e and 2f of the pair of the dielectric substrate 2, respectively. On the other hand, the I/O connection electrodes 12 and 13 are formed in end faces 2e and 2f. It connects with the above-mentioned electrode layers 10 and 11 electrically, and the I/O connection electrodes 12 and 13 are electrically connected to input/output terminals 4 and 5 in the upper limit, respectively.

[0032] The I/O connection electrodes 12 and 13 are formed in order to connect electrically the electrode layers 10 and 11 as the above-mentioned I/O coupled circuit, and the input/output terminals 4 and 5 currently formed in the top face of the dielectric substrate 2. Since input/output terminals 4 and 5 are formed in the top face of the dielectric substrate 2 and electrode layers 10 and 11 are formed in the middle height location in this example, the I/O connection electrodes 12 and 13 It extends to the location which extends caudad and is electrically connected to the electrode layers 10 and 11 as an I/O coupled circuit on end-face 2e and 2f from edge 2a of end faces 2e and 2f and a top face to make, and 2b.

[0033] That is, the I/O connection electrodes 12 and 13 are formed in the end faces [2e and 2f] lower limit so that it may not result. The ground electrode 3 mentioned above, input/output terminals 4 and 5, the ground electrode 6, the ground connection electrodes 7 and 8, a metal membrane 9, electrode layers 10 and 11, and the I/O connection electrodes 12 and 13 are all formed of Cu by this example. But it is not limited especially about the electrode material which constitutes these electrodes.

[0034] Since a dielectric substrate is constituted on the occasion of manufacture of the above-mentioned dual mode band pass filter 1, the dielectric green sheet of the rectangle of two or more sheets is prepared. Next, each electrode structure formed in the top face, middle height location, and inferior surface of tongue of a dielectric substrate is printed on a respectively different green sheet to a dielectric green sheet. And a plain dielectric green sheet is made to intervene

in between if needed further, the laminating of the dielectric green sheet with which these electrodes were printed is carried out, and a layered product is obtained. After pressurizing the obtained layered product in the thickness direction, the dielectric substrate 2 is obtained by calcinating. Thus, what is necessary is just to form the I/O connection electrodes 12 and 13 and the ground electrodes 7 and 8 in the end faces 2e and 2f of the obtained dielectric substrate 2 by proper approaches, such as spreading, printing, etc. of conductive paste.

[0035] As mentioned above, the dielectric substrate 2 can really [well-known / ceramic] be easily obtained with a baking technique from before.

[0036] The dual mode band pass filter 1 of this example has the metal membrane 9 for constituting a resonator in a middle height location, and has the upper part of a metal membrane 9, and the so-called TORIPU rate structure where the ground electrodes 3 and 6 are arranged caudad. And electromagnetic shielding of the perimeter of the metal membrane 9 which constitutes a resonator is carried out with the ground electrodes 3 and 6 and the ground connection electrodes 7 and 8. Therefore, reduction of loss can be achieved.

[0037] In addition, the structure which consists of the above-mentioned ground electrodes 3 and 6 and ground connection electrodes 7 and 8 resonates separately from two or more resonance modes of the resonator which consists of metal membranes 9. Namely, different resonance electromagnetic field from the resonance electromagnetic field in the above-mentioned metal membrane 9 exist in the space surrounded mainly with the ground electrodes 3 and 6 and the ground connection electrodes 7 and 8 by making the I/O connection electrodes 12 and 13 into the source of excitation. Therefore, resonance separate from two or more resonance modes produced in a metal membrane 9 is controllable by changing the configuration of the structure which consists of ground electrodes 3 and 6 and ground connection electrodes 7 and 8 etc. Similarly, resonance separate from two or more resonance modes produced in a metal membrane 9 is controllable by changing the configuration of the I/O connection electrodes 12 and 13 etc. Therefore, the property of a dual mode band pass filter can be adjusted easily.

[0038] For example, a multistage filter can be constituted by making the resonance frequency of the structure which turns into resonance frequency of the metal membrane 9 of the dual mode band pass filter 1 from the above-mentioned ground electrodes 3 and 6 and the ground connection electrodes 7 and 8 approach. Or a filter shape without spurious one can be obtained moving the resonance frequency of the structure which consists of the above-mentioned ground electrodes 3 and 6 and ground connection electrodes 7 and 8 in addition to the decay area of a dual mode band pass filter, or by adjusting an impedance so that resonance of the above-mentioned structure may become small.

[0039] Next, the concrete example of an experiment of the dual mode band pass filter 1 of this example is explained. In this example of an experiment, the metal membrane 9 was designed so that passband center frequency might be set to about 21GHz. That is, the long side of a metal membrane 9 was set to 2.2mm, and the shorter side was set to 1.2mm. in order [moreover,] to combine the resonance of the direction of a long side and the resonance of the direction of a shorter side which are produced in a metal membrane 9 -- a metal membrane 9 -- through tube of 0.5mm of 1.8mm x shorter sides of long sides 9a was mostly formed in the core.

[0040] Moreover, the dimension of the dielectric substrate 2 was made into 1.9mm x height of 0.6mm of about 3.0mm x shorter sides of long sides. [near the corner part of each shorter side of a metal membrane 9], the shorter side and the gap of 40 micrometers were separated and the electrode layers 10 and 11 of the shape of a 0.3x0.36mm rectangle were formed.

[0041] moreover, the above-mentioned metal membrane 9 and electrode layers 10 and 11 -- method ** of height of the dielectric substrate 2 -- it has arranged in the center mostly. Furthermore, the I/O connection electrodes 12 and 13 were made into the die length which connects the input/output terminals 4 and 5 on top and the electrode layers 10 and 11 formed in the middle height location, and set to 300 micrometers the width of face (namely, dimension of the height direction and the direction which intersects perpendicularly).

[0042] The frequency characteristics of the reflection property of the dual mode band pass filter 1 of the above-mentioned design are shown in drawing 2 . In drawing 2 , the resonance which shows the resonance which appears in the low frequency side for the resonance shown by the arrow head A to obtain the filter shape of a metal membrane 9, and is shown by the arrow head B which appears in the high-frequency side supports resonance by the structure which consists of ground electrodes 3 and 6 and ground connection electrodes 7 and 8.

[0043] It consists of this examples so that resonance frequency of resonance of the structure which consists of ground electrodes 3 and 6 and ground connection electrodes 7 and 8 may be made quite higher than the resonance frequency of the resonance A for obtaining a filter shape, it may fully be detached, therefore the damping property of a filter may not be influenced, so that clearly from drawing 2 . The invention-in-this-application person calculated the electromagnetic-field distribution in the resonance shown by the arrow head B of drawing 2 using the electromagnetic-field simulator made from Hewlett Packard (lot number HFSS). A result is shown in drawing 3 (a) and (b) in schematic drawing.

[0044] Drawing 3 (a) shows the electromagnetic-field distribution at the time of carrying out plane view of the dielectric

substrate 2, and (b) shows the electromagnetic-field distribution seen from [passing through the center of the dielectric substrate 2] the transverse-plane sectional view. It turns out that electric field strong against the thickness direction of the dielectric substrate 2 have occurred in the center of the dielectric substrate 2, and the field has occurred so that it may turn around this electric field so that clearly from drawing 3 (a) and (b).

[0045] In addition, the arrow head which the part which carried out hatching of the center in drawing 3 (a) shows the strong part of electric field, and is shown with a surrounding alternate long and short dash line shows vector distribution of a field. Moreover, the arrow head prolonged in the thickness direction of the dielectric substrate 2 in drawing 3 (b) shows an electric field vector.

[0046] Generally as for the electromagnetic-field distribution shown in drawing 3 (a) and (b), the resonance mode of a cavity resonator, the TE mode known or the TM mode equivalent to this, and distribution are similar. In this example, the end faces 2e and 2f which are not covered with a ground electrode exist, and differing is in the point that electromagnetic field have leaked outside from these end faces 2e and 2f a little.

[0047] Although the invention-in-this-application person was not yet well-known in order to compare with the dual mode band pass filter 1 of the above-mentioned example, he produced the dual mode band pass filter which has the structure currently indicated by the application for patent No. 47919 [2000 to]. As shown in drawing 4 (a) and (b), this dual mode band pass filter 21 is constituted using the dielectric substrate 22, and the ground electrode 3 and input/output terminals 4 and 5 are formed in the top face of the dielectric substrate 22 like the case of the dual mode band pass filter 1. But in the dual mode band pass filter 21, a metal membrane 9 and the electrode layers 10 and 11 as an I/O coupled circuit are formed in the inferior surface of tongue of the dielectric substrate 22. That is, the dual mode band pass filter 21 does not have TORIPU rate structure, and has the same structure as the dielectric filter of micro slip structure.

[0048] In addition, it is formed so that the I/O connection electrodes 23 and 24 for connecting input/output terminals 4 and 5 with electrode layers 10 and 11 electrically may reach [from the upper limit which is end faces 22e and 22f] a lower limit.

[0049] As mentioned above, if it removes not considering as TORIPU rate structure, the frequency characteristics of the reflection property of the dual mode band pass filter 1 of the 1st example and the dual mode band pass filter 21 designed similarly are shown in drawing 5.

[0050] Although the resonance for obtaining the filter shape shown by the arrow head C is obtained so that clearly from drawing 5, the resonance B shown in drawing 2 is not seen at a cycle side. That is, in the dual mode band pass filter 21 shown in drawing 4, since it does not have the structure where the metal membrane 9 for constituting a resonator is covered and shielded with the ground electrode and the ground connection electrode, the resonance B in the dual mode band pass filter 1 does not exist. therefore -- since another resonance using a ground electrode does not arise in the dual mode band pass filter 21 -- this -- using another resonance, a filter shape is adjusted or it turns out that multistage-ization cannot be performed.

[0051] Next, it computed using the simulator which mentioned above the radiant efficiency (input power and radiation power comparatively) of the resonance C (refer to drawing 5) for obtaining the filter shape in the resonance A for obtaining the filter shape in the dual mode band pass filter 1 (referring to drawing 2), and the dual mode band pass filter 21. Consequently, with the dual mode band pass filter 1 of an example, it turned out to radiant efficiency being less than 1% that radiant efficiency is very as large as 36% with the dual mode band pass filter 21.

[0052] Therefore, in the dual mode band pass filter 1 of this example, since electromagnetic shielding of the metal membrane 9 is carried out with the ground electrodes 3 and 6 and the ground connection electrodes 7 and 8, it turns out that the radiation from a filter is fully controlled.

[0053] In the dual mode band pass filter 1 of the 1st example, although the ground connection electrodes 7 and 8 prepared in the side faces 2c and 2d of the dielectric substrate 2 connected electrically, the ground electrodes 3 and 6 may connect still more electrically the ground electrode 3 on top and the ground electrode 6 at the bottom with the beer hall electrodes 41 and 42, as shown in drawing 6 (a). Here, the ground electrodes 3 and 6 are electrically connected by not only the ground connection electrodes 7 and 8 but the beer hall electrodes 41 and 42.

[0054] As shown in drawing 6 (a), it approaches and the beer hall electrodes 41 and 42 are arranged, although the both sides of the I/O connection electrode 12 insulate electrically [this I/O connection electrode 12]. That is, the beer hall electrodes 41 and 42 are formed so that the lateral surface may be exposed to end-face 2e, and in upper limit, they are formed so that lack section 3a may be expected. The property of the dual mode band pass filter 1 can be adjusted by adjusting the location of the beer hall electrodes 41 and 42 preparing in the location which is distant from the I/O connection electrode 12 from the location which shows the beer hall electrodes 41 and 42 to drawing 6 (a), or by changing a location so that you may make it located inside end-face 2e. In addition, in drawing 6 (a), although only the end-face 2e side was illustrated, the beer hall electrode is similarly formed in 2f side of end faces.

[0055] Moreover, drawing 6 (b) is the transverse-plane sectional view showing the 2nd modification of the dual mode band pass filter 1. In the dual mode band pass filter 51 of the 2nd modification, it is arranged so that it may be formed in the height location where a metal membrane 9 differs from the electrode layers 10 and 11 which constitute an I/O coupled circuit and electrode layers 10 and 11 may overlap partially through a dielectric substrate layer to a metal membrane 9. Thus, a metal membrane 9 and the electrode layers 10 and 11 which constitute an I/O coupled circuit may be arranged in a different height location. Moreover, a filter shape can also be adjusted by adjusting the lap area and distance of electrode layers 10 and 11 and a metal membrane 9.

[0056] The frequency characteristics of the reflection property of the dual mode band pass filter of each modification shown in drawing 6 (a) and (b) are shown in drawing 7 (a) and (b), respectively.

[0057] In each frequency characteristics shown in drawing 7 (a) and (b), it turns out that resonance by the side of the RF shown by the arrow head B shown in drawing 2 does not exist. That is, by adjusting the structure of the I/O circuit part containing the I/O connection electrodes 12 and 13 and the I/O connection electrodes 12 and 13 shows that the impedance of resonance of the structure which consists of ground electrodes 3 and 6 and ground connection electrodes 7 and 8 changed. In addition, with an I/O connection circuit part, not only the I/O connection electrodes 12 and 13 but the electrode layers 10 and 11 shall be included.

[0058] The I/O connection circuit part containing the I/O connection electrodes 11 and 12 is equivalent to the source of excitation of resonance of the structure which consists of the above-mentioned ground electrodes 3 and 6 and ground connection electrodes 7 and 8. Therefore, as shown in drawing 6 (a), resonance of the above-mentioned structure can be made small making ground potential approach or by making the source of excitation small, as shown in drawing 6 (b) by forming the beer hall electrodes 41 and 42 in the source of excitation. On the contrary, resonance of the above-mentioned structure can also be enlarged keeping away ground potential from the source of excitation, or by enlarging the source of excitation.

[0059] Drawing 8 is the appearance perspective view of the dual mode band pass filter concerning the 2nd example of this invention. The dual mode band pass filter 61 of this example is constituted like the dual mode band pass filter 1 of the 1st example, if it removes that the electrical installation structures of the ground electrode 3 on top and the ground electrode 6 at the bottom differ. That is, in this example, a ground connection electrode is not formed in side faces 2c and 2d, but the ground electrode 3 and the ground electrode 6 are electrically connected by four beer hall electrodes 62-65.

[0060] The beer hall electrodes 62-65 are formed near the corner part of the dielectric substrate 2. Here, electromagnetic shielding of the perimeter of a metal membrane 9 (refer to drawing 1, although not illustrated in drawing 8) is carried out by the structure which consists of ground electrodes 3 and 6 and beer hall electrodes 62-65. Thus, the ground connection electrode may be constituted by two or more beer hall electrodes.

[0061] The frequency characteristics of the reflection property of the dual mode band pass filter 61 are shown in drawing 9. In addition, drawing 9 differs from drawing 2 in the point which is drawing which expanded the resonance part for constituting the filter which appears in a low frequency side.

[0062] In drawing 9, an arrow head B shows resonance of a filter and two resonance modes are combined in fact. Furthermore, it turns out that resonance of the structure which consists of the ground electrodes 3 and 6 and the beer hall electrodes 62-65 which are shown by the arrow head D approaches Resonance B, and a filter shape just like three steps of filters is obtained.

[0063] With the dual mode band pass filter 1 of the 1st example, since the beer hall electrodes 62-65 are used to the ground connection electrodes 7 and 8 having been formed all over being side faces 2c and 2d, with the dual mode band pass filter 61, an inductance is loaded with the beer hall electrodes 62-65, and this is considered that the resonance frequency of the above-mentioned structure fell by it. In addition, the resonance current in electromagnetic-field distribution of the resonance in this structure is checked by the simulator which flowing in order of the ground electrode 3, the beer hall electrodes 62-65, the ground electrode 6, and the beer hall electrodes 62-65 mentioned above.

[0064] In the dual mode band pass filter concerning this invention, changing the electrode structure of the I/O circuit section containing a ground electrode and a ground connection electrode, or an I/O connection electrode or by adjusting these locations show that a filter shape can be adjusted variously so that clearly from the 1st and 2nd example and each modification which were mentioned above.

[0065] In addition, the dual mode band pass filter concerning this invention is not limited to each example and modification which were mentioned above. Especially the structure of a ground electrode and a ground connection electrode can choose the magnitude, a configuration, a location, etc. freely, in order to change the resonance length of the structure who consists of these. Moreover, since it acts as a source of excitation of the structure which contains the above-mentioned ground electrode also about the structure of the I/O connection circuit containing an I/O connection electrode, it can choose freely also about the magnitude of the I/O connection circuit part containing an I/O connection

electrode, a configuration, and a location.

[0066] Moreover, in constituting TORIPU rate structure, the dielectric substrate layer may be prepared in the pan of the ground electrode of the upper and lower sides of the metaled film up and down, therefore the ground electrode may be formed in the dielectric substrate.

[0067] Next, the case where the dual mode band pass filter of this invention is used for a duplexer and a radio communication equipment is explained using drawing 10. Drawing 10 is the duplexer DPX which used the dual mode band pass filter, and the block diagram showing one example of the important section of the radio communication equipment 300 using it. The duplexer DPX of this example connects two dual mode band pass filters BPF1 and BPF2 of this invention, and is constituted, and is equipped with three ports P1, P2, and P3 as shown in drawing 10.

[0068] The port P1 of Duplexer DPX is formed in the end of BPF1, and is connected to the transmitting section TX. Moreover, the port P2 of Duplexer DPX is formed in the end of BPF2, and is connected to the receive section RX. Furthermore, it connects with the other end of BPF1, and the other end of BPF2, and the port P3 of Duplexer DPX is connected to Antenna ANT.

[0069] By constituting as mentioned above, the dual mode band pass filter of this invention can be used as a duplexer. Therefore, the degree of freedom of a design is high and the duplexer which can obtain easily the bandwidth considered as a request can be obtained.

[0070] Moreover, the radio communication equipment excellent in communication link quality can be easily obtained as mentioned above by using the dual mode band pass filter and duplexer of this invention for a radio communication equipment.

[0071]

[Effect of the Invention] According to the dual mode band pass filter concerning this invention, the ground electrode with which the metal membrane for constituting a resonator is formed in the dielectric substrate, and it has the TORIPU rate structure of a metal membrane where the ground electrode is formed up and down, through this metal membrane and a dielectric layer, and a metal membrane is located up and down is electrically connected by the ground connection electrode. Therefore, since electromagnetic shielding of the metal membrane is carried out with the ground electrode and the ground connection electrode, radiation to the exterior in a dual mode band pass filter can be reduced. Therefore, the problem from which reduction of the insertion loss of a dual mode band pass filter can be achieved, or a dual mode band pass filter serves as a noise source is solvable.

[0072] Moreover, multistage-ization of a band pass filter can be achieved using the resonance mode of the structure which consists of a ground electrode and a ground connection electrode, i.e., by using the filter shape obtained by the metal membrane, and the resonance mode of the above-mentioned structure. Moreover, a good filter shape without spurious one can be obtained by adjusting the resonance frequency of the above-mentioned structure.

[0073] Furthermore, with the conventional dual mode band pass filter, with the dual mode band pass filter applied to this invention to the configuration of the metal membrane which constitutes a resonator having had constraint, or the location of the joint of an I/O coupled circuit having had constraint, since there is such no constraint, the degree of freedom of a design can be raised sharply. And a property can be sharply adjusted by changing the location of the dimension of a metal membrane, the dimension of a through tube, or the joint of an I/O coupled circuit.

[0074] When the structure which consists of a ground electrode and a ground connection electrode is constituted so that it may resonate separately from two or more resonance modes produced in a metal membrane, using the resonance mode of the structure which consists of this ground electrode and a ground connection electrode, multistage-ization of a filter can be achieved as mentioned above, or a filter shape without spurious one can be obtained.

[0075] A good filter shape without spurious one resulting from resonance by the above-mentioned structure can be obtained by changing the resonance frequency of the resonance mode of the structure which consists of a ground electrode and a ground connection electrode with the resonance frequency of two or more resonance modes produced in a metal membrane.

[0076] When the resonance mode of the above-mentioned structure and two or more resonance modes produced in a metal membrane are combined, the filter shape of a multistage type can be obtained by it.

[0077] In the property adjustment approach of the band pass filter concerning this invention, the resonance frequency of the above-mentioned structure can be adjusted to a desired frequency location by changing the resonance length of the structure who consists of a ground electrode and a ground connection electrode.

[0078] Moreover, in the property adjustment approach of the band pass filter concerning this invention, if the structure of the above-mentioned I/O connection electrode is adjusted, since this I/O connection electrode will act as a source of excitation of the structure which consists of a ground electrode and a ground connection electrode, it can adjust to the value of a request of the impedance at the time of resonance of the structure which consists of a ground electrode and a ground connection electrode easily.

[0079] Since the duplexer and radio communication equipment concerning this invention are equipped with the dual mode band pass filter constituted according to this invention as a band-pass filter, low loss-ization can be achieved and adjustment of a property can acquire a good communication link property easily.

[Translation done.]